



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Iniciación a la profesión docente

Initiation to teaching profession

Autor/es

María San Anselmo Jarauta

Director/es

Francisco Javier Serón Torrecilla

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2020

Índice de contenidos

1.	Introducción	2
1.1.	Educación y profesión docente	2
1.2.	Experiencia formativa en el máster en profesorado.....	5
2.	Justificación de la selección.....	9
2.1.	Elaboración de propuestas didácticas.....	9
2.2.	Propuesta didáctica: ¿Crees que eres neutro?	10
2.3.	Proyecto de innovación docente: Ley periódica de los elementos químicos	14
3.	Reflexión crítica	22
3.1.	Reflexiones sobre el proyecto didáctico	22
3.2.	Reflexiones sobre el proyecto de innovación docente	23
3.3.	Reflexiones generales.....	24
3.4.	Nuevos escenarios emergentes	26
3.5.	Experiencia personal	27
4.	Conclusiones y propuestas de futuro.....	29
5.	Referencias.....	31
6.	Anexos.....	35
	Anexo I: Acidez-basicidad y alimentación	35
	Anexo II: Cuestionario inicial y final para los alumnos.....	37

1. Introducción

1.1. Educación y profesión docente

La educación ha sido tradicionalmente el motor que ha promovido la transformación de las personas y de la sociedad como conjunto. Ciertos factores como la filosofía imperante en el centro de elección, la cantidad de recursos que la familia puede destinar a la educación de los hijos, el entorno sociocultural en el que nos relacionamos o la relación que establecemos con los docentes son elementos decisivos en la formación que van construyendo la identidad de una persona.

El proceso educativo engloba una serie de aspectos culturales, sociales, laborales, tecnológicos o políticos, entre otros. La naturaleza cambiante de estas áreas supone retos para la pedagogía y para la formación docente en concreto, que deben estar en constante actualización para satisfacer las demandas sociales del momento y poder alcanzar su objetivo como agentes transformadores de la sociedad. Autores como Nieva y Martínez (2016) sitúan al docente como actor principal del proceso educativo y por ello, su formación debe ser permanente e integral, teniendo en cuenta tanto los factores internos como los externos a la propia persona. Existen diferentes enfoques para abordar el concepto de formación docente, desde las visiones reduccionistas que consideran al docente como transmisor del conocimiento con más o menos entrenamiento, hasta la visión más completa que tiene en cuenta la relaciones intra e interpersonales del sujeto y, además, le confiere un espíritu reflexivo (Perrenoud, 2004).

La profesión docente engloba grandes retos tanto a nivel de contenidos como a nivel de procedimientos, siendo ambos aspectos fundamentales y complementarios para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje eficaz. Según Castillo (2010), el desempeño docente requiere adquirir una serie de competencias, entendidas éstas como la integración de conocimientos, habilidades, actitudes y cualidades personales. Dichas competencias incluyen aspectos relacionados con la propia disciplina, un buen diseño y organización de los contenidos o el complejo proceso de evaluar para formar pensadores competentes.

La incorporación de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) a la educación es un aspecto imprescindible en el siglo XXI, más si cabe tras la situación actual donde la educación presencial ha tenido que ser interrumpida de manera imprevista. Aunque en la última década el interés por la integración de las TIC en los planes educativos ha aumentado considerablemente, se ha observado que habitualmente se priorizan los aspectos tecnológicos en detrimento de las consideraciones pedagógicas (nuevos contextos, metodologías, evaluaciones...) de emplear la tecnología con un fin educativo determinado (Pettersson, 2018). Como indica Salinas (Salinas, s. f.), una implementación de las TIC efectiva conlleva la aparición de nuevos escenarios de aprendizaje donde todos los individuos involucrados deberían compartir la convicción de que los cambios introducidos van a reportar beneficios educativos.

Son de gran importancia también los aspectos éticos que desde el ámbito educativo deben reforzar la naturaleza del ser humano y la transformación social positiva codiciada mediante la educación. Al mismo tiempo, como facilitador del aprendizaje, el docente debe tener en consideración y adaptarse a la gran variedad de estilos de aprendizaje existentes.

Estilos de aprendizaje

Para que el objetivo de transformación social a través de la educación se haga efectivo, se debe considerar la pluralidad existente en la sociedad (estructuras familiares, cultura, contexto

social...) y las características inherentes a cada individuo, entre las que se encuentran los diferentes estilos de aprendizaje. En el aprendizaje de cada individuo, además de los factores externos, intervienen una serie de variables internas que incluyen procesos cognitivos, sociológicos, fisiológicos o hereditarios (Rodríguez, 2018). Son numerosas las investigaciones realizadas en torno a las características y mecanismos que subyacen el aprendizaje de cada persona, estando en auge desde su elaboración en los años 70-80 el modelo propuesto por David Kolb (Kolb, 1984), el cual ha sido trabajado desde varias asignaturas del máster. Tras diferenciar dos dimensiones del aprendizaje, la percepción y el procesamiento de la información, Kolb y colaboradores proponen la existencia de diferentes estilos de aprendizaje según se aborden e integren ambas dimensiones. En la figura 1 se muestran los cuatro cuadrantes resultantes que evidencian que los estilos de aprendizaje son diferentes y, por tanto, también lo son las necesidades individuales. Existen diferencias en el grado de abstracción necesario para el aprendizaje, el grado de planificación..., y es función tanto del propio individuo como del docente identificarlas y potenciarlas para que el aprendizaje sea eficaz.



Figura 1. Estilos de aprendizaje propuestos por Kolb. Matriz de cuatro cuadrantes resultantes de la intersección entre las diferentes maneras de abordar la percepción de la información y su procesamiento (Rodríguez, 2018).

Modelos docentes

Así como existen diferentes estilos de aprendizaje, los modelos docentes también son diversos y pueden ir evolucionando con el tiempo. En toda formación docente es deseable encontrar el equilibrio entre la teoría y la práctica, siendo esta interacción determinante en el enfoque docente que se va desarrollando. Además de los diferentes modelos que he podido observar a lo largo de mi trayectoria académica, el modelo docente que he tenido como referencia durante mi aproximación a la profesión docente en las prácticas del máster ha sido un modelo tradicional donde el docente es el especialista o técnico de la materia y decide los aspectos que son importantes para el aprendizaje de los alumnos (Jiménez Pérez & Wamba Aguado, 2004). Se trata, por tanto, de una enseñanza guiada donde el libro de texto es el hilo conductor, aunque también incluye recursos propios de la amplia experiencia profesional. En cuanto a la relación de poder con los alumnos, el modelo que he presenciado adquiere un carácter democrático donde se consensuan las normas de funcionamiento y se hace partícipes a los alumnos de la necesidad de avanzar en su aprendizaje. En el curso de 2º de Bachillerato se acentúa esta premisa, ya que la prueba de acceso a la universidad es un factor más que los

propios alumnos reconocen e incluyen en su aprendizaje. Me quedo con la frase motivadora del docente que dice “estudiáis para vosotros, antes también, pero ahora más que nunca”.

De la manera en que está articulada la formación práctica del máster en profesorado, confluyen en la misma persona dos roles, el de modelo docente de referencia y el de tutor del proceso de formación docente. Cabe destacar las ventajas que aporta haber contado como tutor durante la realización de las prácticas en el instituto con un docente experimentado. Se trata de una persona fuertemente arraigada y respetada en su puesto de trabajo y que sabe fomentar el desarrollo personal del tutorizado desde la confianza, la escucha activa y la generación de expectativas positivas elevadas, promoviendo la autonomía y asumiendo riesgos en el proceso de formación (Vélaz de Medrano Ureta, 2009). Todo ello ha sido indudablemente de gran ayuda en mi formación como docente a distintos niveles.

En mi formación como docente, el modelo que estoy comenzando a desarrollar corresponde a un enfoque constructivista donde el aprendizaje activo adquiere relevancia. El modelo docente al que aspiro incluye una enseñanza donde el alumno es el centro del proceso educativo y el aprendizaje se construye a través de experiencias. Para ello, la investigación y la innovación educativas son clave para proponer cambios de mejora, acompañadas siempre de un buen ejercicio de reflexión sobre la adecuación o no de los cambios introducidos (Jiménez Pérez & Wamba Aguado, 2004). La relación democrática y de respeto con los alumnos evidenciada en mi modelo docente de referencia la comparto plenamente.

Reflexión docente

Tras todo lo anteriormente expuesto, resulta fundamental el trabajo exhaustivo de reflexión por parte del docente para transformar los aspectos inconscientes de la enseñanza en conscientes y mejorar de esta manera la propia formación docente. En el modelo cebolla (figura 2) se proponen seis niveles de reflexión que debe abordar el docente, correspondiendo las capas más internas a la esencia de la persona. En dicho modelo queda reflejado que la reflexión a nivel de competencias no es suficiente, sino que se deben plantear los aspectos profesionales y personales de la enseñanza de manera integrada (Korthagen, 2010).



Figura 2. Modelo de niveles de reflexión denominado modelo cebolla.

Cualidades docentes

Un artículo muy reciente muestra las cualidades presentes en los docentes investigadores en el ámbito de la didáctica (Páez Martínez, 2020). El disfrute con la indagación y el deseo de aprender son factores motivadores para el propio docente y que resultan de gran inspiración

para los alumnos. Además, las posibilidades de mejora de su actividad docente se ven incrementadas ya que muestran una actitud abierta y flexible a los cambios, con gran disposición a evaluar y readaptar sus propias propuestas. Por último, el hecho de compartir sus reflexiones con otros docentes y analizar contextos educativos reales, fomenta el emprendimiento de proyectos de indagación y mejora, siempre en beneficio del alumnado.

Considero que todas ellas son cualidades deseables en un docente, así como lo es que la profesionalidad exigida en su formación vaya acompañada de un elevado espíritu vocacional, de compromiso y dedicación a los demás (Larrosa Martínez, 2010). En un futuro me gustaría ser una docente reflexiva que impulse la formación de personas con inquietudes y capacidad de cuestionarse las cosas. El pensamiento crítico, tanto en el docente como en el alumno, es clave para el desarrollo personal y social.

Todo ello, induce a reflexionar sobre la complejidad del proceso que constituye la formación de un docente competente en el amplio sentido de la palabra y comprometido con su labor. La carrera universitaria de especialización proporciona los contenidos disciplinarios correspondientes, pero como se ha comentado, son numerosas las cualidades requeridas para alcanzar una formación docente integral. Es ahí donde interviene el máster en profesorado, pudiéndose diferenciar entre una formación mayoritariamente pedagógica en la primera mitad de la titulación y una componente más didáctica hacia el final.

1.2. Experiencia formativa en el máster en profesorado

Mi primera aproximación al máster habilitante para ejercer la profesión docente estuvo influenciada negativamente por los testimonios de personas conocidas, fundamentalmente de otras especialidades. Las expectativas por lo tanto eran reducidas, aunque posteriormente fui descubriendo ciertos ámbitos completamente desconocidos e interesantes. Cabe destacar que el primer cuatrimestre del máster lo cursé en el antiguo plan de estudios y el segundo en el nuevo, por compatibilización del máster con estudios de doctorado.

En primer lugar, son cruciales los aspectos psicológicos que el docente debe desarrollar para su trabajo con adolescentes, más todavía si ejerce el papel de tutor. En la asignatura de *Interacción y convivencia en el aula* trabajamos múltiples factores intrapersonales como la autoestima, la motivación o el autoconcepto, que indudablemente intervienen en el aprendizaje. Fue muy interesante un trabajo práctico en el que analizamos las características personales de varios adolescentes reales entre 15 y 17 años mediante encuestas empleando cuestionarios desarrollados por Montero y Alonso-Tapia (Alonso Tapia, 1992). Tras analizar las respuestas, trazamos los perfiles de motivación y de atribuciones tanto en el ámbito académico como en el personal. Finalmente, realizamos una propuesta para solventar los desequilibrios de ansiedad detectados en los adolescentes a través de una sesión de tutoría grupal. Como docente, es muy interesante valorar los aspectos que pueden estar influyendo en el proceso de formación de los estudiantes, así como fomentar un locus de control interno; es decir, que los alumnos atribuyan tanto sus éxitos como sus fracasos a motivos o factores propios, siendo de esta manera controlables y derivando en el refuerzo de su autoestima.

Los aspectos que conciernen al grupo como la etapa de cohesión y productividad en la que se encuentra el grupo clase y cómo gestionarlos como docente también resultan altamente delicados. Por ejemplo, la necesidad de promulgar un buen clima en el aula mostrada en la

asignatura es una labor esencial en toda comunidad de convivencia donde se producen interacciones personales y es esencial para favorecer el desarrollo y el aprendizaje de los miembros que la componen. A través de diferentes dinámicas, la asignatura en cuestión me ayudó a comprender la necesidad de cuidar los aspectos sociales y personales en la educación y me proporcionó las herramientas necesarias para saber a quién acudir como docente en caso de necesitar ayuda de especialistas.

En las asignaturas escogidas como optativas, tanto en *Atención a los alumnos con necesidad específica de apoyo educativo* como en *Educación secundaria para personas adultas*, he descubierto dos ejemplos de realidades educativas especiales comúnmente ignoradas fuera del ámbito y que deberían estar presentes en la formación de todos los potenciales docentes para lograr una inclusión real en la enseñanza. En concreto, en la asignatura de *Educación para adultos* he podido acercarme a las peculiaridades de la educación permanente para la tercera edad o la actividad educativa que se desarrolla en los centros penitenciarios; lo cual refleja claramente el espíritu transformador de la educación. Además, dicha materia me ha proporcionado una visión crítica de varias prácticas educativas desarrolladas a lo largo de la historia (las misiones pedagógicas, la influencia de la ILE, la educación como medio de adoctrinamiento durante el franquismo...). Su análisis induce a pensar en la importancia de enmarcar cada realidad educativa en su contexto histórico correspondiente para lograr su comprensión. En este sentido, considero esencial conocer las prácticas educativas desarrolladas en el pasado para poder comprender la situación presente y poder realizar propuestas de mejora futuras.

La gran cantidad de elementos pedagógicos y didácticos que integran el proceso de enseñanza-aprendizaje y la importancia de considerar el contexto, tanto didáctico como social, en la actividad docente fueron abordados en las asignaturas de *Procesos de enseñanza-aprendizaje* y *Contexto de la actividad docente*. La concepción simplificada que poseía de la actividad docente se vio profundamente transformada al conocer conceptos como la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner, los distintos estilos de aprendizaje o los niveles cognitivos incluidos en la taxonomía de Bloom.

El análisis de las diferentes legislaciones que han llevado a la situación educativa actual y los distintos elementos que componen el currículo de enseñanza fue llevado a cabo también en la asignatura de *Diseño curricular de Física y Química y Biología y Geología* (FyQ y ByG a partir de ahora), produciéndose algunos solapamientos entre los contenidos de las asignaturas. Destacaré la importancia, anteriormente desconocida para mí, de la evaluación dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. He podido comprobar que es mucho más que el simple acto de calificar y no se trata del último eslabón del proceso. Es más bien un elemento que permite guiar el proceso de aprendizaje y valorar el grado de cumplimiento de los objetivos (Sanmartí, 2011). Desde este punto de vista, constituye un proceso continuo y con la finalidad de retroalimentar y proponer mejoras educativas. Además, no sólo el aprendizaje es objeto de evaluación, sino que también lo es la propia enseñanza, y es aquí donde entra en juego la capacidad de reflexión y autocrítica del docente.

Otras consideraciones didácticas para la enseñanza de las ciencias experimentales fueron descubiertas en *Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje en la especialidad de FyQ y ByG*. La transposición didáctica del conocimiento, la generación de ideas

alternativas, el lenguaje particular empleado en ciencias, las diferencias entre la investigación científica y la ciencia que se enseña en el colegio, la influencia de los aspectos emocionales o los distintos recursos ilustrativos empleados en las clases de ciencias son algunas de las ideas interesantísimas que he aprendido y he incorporado en mis propuestas didácticas que presentaré posteriormente.

La asignatura de *Diseño de actividades de aprendizaje de FyQ*, dentro del segundo cuatrimestre del actual plan de estudios, recoge esas ideas sobre didáctica y ya centrada en la especialidad de FyQ, proporciona herramientas para el diseño de actividades eficaces de aprendizaje. Algunas ideas clave que destaco son la necesidad de realizar experiencias prácticas con los alumnos muy bien diseñadas desde el punto de vista de que contemplen objetivos de aprendizaje concretos y sencillos. Además, estas experiencias no tienen por qué ser siempre desarrolladas en el laboratorio, sino que pueden consistir en demostraciones por parte del docente en el aula o en el empleo de simulaciones virtuales, siendo en ocasiones estas experiencias más eficaces. La resolución de retos en dicha asignatura sobre cómo enfrentarse a la impartición de un mismo contenido en distintos niveles educativos ha supuesto un replanteamiento sobre cómo abordar la enseñanza y de qué recursos valerse para ello.

La investigación y la innovación en didáctica son dos conceptos completamente novedosos para mí que he conocido principalmente elaborando el proyecto de innovación docente dentro de la asignatura *Innovación e investigación educativa en FyQ*. Como se comentará más adelante en la correspondiente propuesta didáctica, considero que ambas deben ir de la mano, ya que la innovación no puede sustentarse por sí misma sin una base correspondientemente fundamentada. A mi parecer, la innovación metodológica por ejemplo es en muchos casos indispensable, pero hay que tener en cuenta que los cambios deben ser introducidos de manera progresiva. Los estudios emergentes relativos a cambios innovadores reflejan en su mayoría un aumento notable de la motivación de los alumnos, lo cual se traduce en una mejora del aprendizaje.

La asignatura más diferente del máster en cuanto a que es puramente disciplinar es *Contenidos disciplinares en Física*. A pesar de no abarcar más que estrictamente los contenidos de dicha materia, considero que es útil incluirla en la formación para afianzar esos conocimientos que han podido quedar olvidados. También sería interesante poder cursar la correspondiente asignatura de la especialidad de Química, aunque es cierto que esta formación se puede adquirir por otras vías.

En mi opinión, sin duda, el punto fuerte del máster es la posibilidad de realizar una primera aproximación práctica a la profesión docente durante los períodos de inmersión en un centro educativo. En mi caso, este año como novedad iba a poder disfrutar de dos experiencias docentes muy enriquecedoras: las habituales prácticas en el centro educativo y un período en el centro interactivo de ciencias Experimental. Dicho espacio consiste en una serie de módulos en los que se abordan diferentes experiencias prácticas relacionadas con la ciencia, está coordinado por profesores y acoge visitas de públicos diversos, tanto del ámbito escolar como de fuera de él. Tras visitar las instalaciones en el marco de la asignatura de *Diseño de actividades de aprendizaje de FyQ* del máster, me encantó la idea de poder ser partícipe del clima especial que envolvía aquel lugar, pero lamentablemente, la experiencia se vio truncada por la alerta sanitaria del país. Se trata de un escenario didáctico muy diferente al instituto,

donde la libertad, la demostración y la interacción espontánea se abren camino para fomentar el interés entre los visitantes y construir un aprendizaje basado en la experiencia. La gran mayoría de actividades allí presentes abordan conceptos del campo de la Física, probablemente debido a su mayor facilidad de implementación en cuanto a reproducibilidad, facilidad de manejo y limpieza. En este sentido, mi participación podría haber aportado una visión más química o incluso bioquímica con la implementación de experiencias prácticas sencillas donde se relacionase la importancia de las reacciones metabólicas con la salud, por ejemplo. Siguiendo esta línea, se vincularía la química al ámbito sanitario y se dotaría a la actividad de un carácter interdisciplinar. Las particularidades y beneficios de los proyectos interdisciplinares serán abordados en el siguiente apartado donde se justifican los proyectos seleccionados. Sin embargo, se trata de un proyecto no desarrollado en profundidad y habría que plantear cómo implementarlo para que fuese interactivo y de fácil acceso a todos los públicos.

No obstante, sí he podido realizar las prácticas docentes en el instituto público IES Goya de Zaragoza, en la modalidad de educación a distancia, pero con un elevado grado de interacción con los alumnos. En estas prácticas he entrado en contacto con un modelo docente que ha servido como referente en mi proceso de formación y, al mismo tiempo, ha tutorizado mi aprendizaje. He podido participar como observadora y como parte activa en el proceso educativo de adolescentes entre 2º de ESO y 2º de Bachillerato, siendo muy diferentes las características de la enseñanza en dicho rango de edades. También he podido poner en práctica muchas de las consideraciones didácticas interiorizadas en el máster de manera teórica, aunque el escenario telemático en el que se han desarrollado las prácticas ha forzado a la readaptación de muchos parámetros. Además, me gustaría reflexionar sobre las profundas carencias educativas existentes en cuanto a formación en TIC que se han puesto en evidencia a raíz de la situación actual. Personalmente, espero que haya servido para visualizarlas y que se dediquen los recursos necesarios para dotar a toda la comunidad educativa de las herramientas TIC necesarias para la adaptación a una educación a distancia.

2. Justificación de la selección

De entre todos los trabajos realizados a lo largo del máster, los dos seleccionados para ser analizados y reflexionar sobre ellos para culminar el máster de profesorado son la Propuesta Didáctica de la asignatura de *Diseño de actividades* y el Proyecto de Innovación Docente correspondiente a *Innovación e investigación educativa*. El principal motivo para su elección es que engloban todos los aspectos interiorizados a lo largo del máster a través de las demás asignaturas y constituyen propuestas ambiciosas y desafiantes.

2.1. Elaboración de propuestas didácticas

La elaboración de proyectos o unidades didácticas es de gran ayuda para planificar el proceso educativo de manera competente e integrando varios de los aspectos que la investigación en didáctica de las ciencias va revelando. Habitualmente, las unidades didácticas abarcan dos dimensiones complementarias; la dimensión didáctica, relacionada con los procesos de enseñanza y aprendizaje y la epistemológica, vinculada al origen del conocimiento científico (Caamaño, 2013). Aunque como se ha comentado, ambas dimensiones se complementan y están altamente interconectadas, pudiéndose observar la presencia de las dos en ambos proyectos.

Existen diferentes modelos para el diseño de proyectos didácticos, si bien todos se estructuran en torno a tres grandes preguntas: *¿qué?*, *¿para qué?* y *¿cómo?* El *qué* hace alusión a los contenidos, conceptos, habilidades, actitudes o valores que se quieren desarrollar en el proyecto en cuestión. El *para qué* haría referencia a los objetivos que se persiguen, la justificación de la existencia del propio proyecto. Por último, el *cómo* indica la manera en que se articula la propuesta, los recursos que se van a emplear, la estructura... Todo ello debe estar englobado en un ámbito de seguimiento continuado y un trabajo de crítica y reflexión, persiguiendo siempre el deseo de mejora.

Rivero, Fernández y Rodríguez (2013), a través de un ejemplo aplicado al campo de la biología, proponen una planificación de unidades didácticas en cuatro etapas. Dichas etapas pueden hacerse extensivas al diseño de propuestas didácticas y consisten en decidir la temática que se trabajará y su presentación al alumnado, seleccionar y organizar los contenidos que se enseñarán, seleccionar y secuenciar las actividades y diseñar la evaluación. Aunque en cierta manera está implícito en su propuesta, considero de gran importancia hacer una reflexión previa para identificar las posibles dificultades de aprendizaje del alumnado en cuanto a los contenidos del proyecto. De esta manera, el docente podrá adaptar la enseñanza para anticiparse e intentar vencer dichas dificultades. Adicionalmente, la evaluación del propio proyecto debería estar incluida en la etapa de evaluación final, con el objetivo de buscar posibilidades de mejora en beneficio del aprendizaje del alumnado. De esta manera, propongo una adaptación y ampliación de las etapas que constituyen la elaboración de un proyecto didáctico, quedando como sigue: 1) elección de la temática y análisis bibliográfico, 2) identificación de posibles dificultades de aprendizaje, 3) concreción de los objetivos de aprendizaje, 4) secuenciación de actividades y 5) diseño de la evaluación del aprendizaje y del proyecto en global. Esta es la estructura que se ha seguido en la elaboración de las dos propuestas didácticas, no obstante, aunque se exponen los apartados en dicho orden no se trata de un proceso lineal ya que unas etapas sirven de base a otras y entre todas se retroalimentan. Además, como indican Rivero, Fernández y Rodríguez (2013), la planificación

es muy necesaria, pero también lo es la capacidad de ser flexible para ajustarse a las necesidades presentes en el aula en cada momento.

En concreto, las propuestas didácticas escogidas para analizar en este trabajo surgen de inquietudes diferentes dentro del ámbito de la didáctica. Por un lado, el proyecto didáctico desarrollado en la asignatura de *Diseño de actividades* surge del cuestionamiento sobre cómo abordar el complejo concepto de ácido-base a través de una serie de experiencias prácticas sencillas. Lleva por título “¿Crees que eres neutro?” y está compuesto por tres actividades secuenciadas mediante las cuales se pretende dilucidar la cuestión inicial. Por su parte, el proyecto de innovación docente enmarcado en la asignatura de *Innovación e investigación educativa* contempla la enseñanza de la Ley periódica de los elementos desde una perspectiva innovadora que nace de la preocupación sobre la descontextualización que se produce habitualmente en la enseñanza de disciplinas científicas y en concreto, de la Tabla periódica.

Ambos proyectos están dirigidos a los cursos finales de Secundaria, 4º y 3º de ESO respectivamente. A continuación, se expone la justificación de su planteamiento siguiendo como estructura las etapas anteriormente descritas.

2.2. Propuesta didáctica: ¿Crees que eres neutro?

Elección de la temática

Para elaborar el proyecto didáctico he escogido el concepto químico de ácido-base por su abstracción y complejidad, a lo cual contribuye que lleva asociados otros conceptos como reacciones químicas, equilibrios, disoluciones, concentración, neutralización, pH y pOH, átomos, formación de iones... Muchos de estos conceptos requieren de herramientas matemáticas complejas para su comprensión y, además, las múltiples implicaciones del concepto en otros ámbitos (medio ambiente, salud, alimentación, higiene, cosméticos...) reflejan claramente su interdisciplinariedad y las numerosas posibilidades de abordarlo.

La etapa curricular (Orden ECD/489/2016) en la que se enmarca esta propuesta es en 4º de ESO, más en concreto en la asignatura de FyQ dentro del Bloque 3: Los cambios químicos. En este contexto académico se pretende que los alumnos estén familiarizados con la preparación de disoluciones, la determinación de concentraciones, comprendan el mecanismo de las reacciones químicas, identifiquen ácidos y bases, interpreten los fenómenos observados en experiencias de laboratorio y valoren la importancia y repercusión de las reacciones químicas en distintos ámbitos. En todo ello se va a basar esta propuesta para introducir el concepto de reacción ácido-base.

Para abordar el concepto se propone la colaboración con el departamento de ByG ya que la importancia de la acidez-basicidad es fundamental por ejemplo en la composición de los suelos y para el medioambiente. Por ello, se propone fusionar el proyecto de investigación del bloque 4 del currículo de dicha asignatura con la presente propuesta de la asignatura de FyQ, con el fin de poder abordar un marco conceptual más ambicioso en cuanto a extensión y a contenidos se refiere. De esta manera, con la coordinación adecuada, se genera una perspectiva interdisciplinar donde ambas disciplinas involucradas se ven enriquecidas, resultando en beneficio del aprendizaje de la ciencia (Araya-Crisóstomo, Monzón e Infante-Malachias, 2019). Entre las ventajas que ofrece la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje se encuentran la posibilidad de presentar conocimientos

interconectados y evitar repeticiones, estimular la creatividad de docentes y alumnos, fomentar la motivación o abordar problemas que desde una sola disciplina no resulta viable (Llano Arana et al., 2016).

Identificación de posibles dificultades de aprendizaje

Algunas dificultades de aprendizaje encontradas en el estudio de acidez-basicidad están asociadas al empleo de símbolos concretos en las fórmulas y esquemas de reacción (como la doble flecha en la representación de las reacciones reversibles) introducidos sin una justificación adecuada de las ideas que subyacen y la falta de extrapolación al nivel macroscópico de lo que es un ácido, una base o la hidrólisis (Furió, Calatayud y Bárcenas, 2000). La comprensión del lenguaje químico polisémico así como de los términos técnicos (Quílez-Pardo y Quílez-Díaz, 2016) o la integración del concepto en aspectos de la vida cotidiana son otros factores limitantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la acidez-basicidad. Por último, cabe destacar la etapa de desarrollo cognitivo en la que se encuentran los adolescentes y el nivel de abstracción necesario en la asignatura de Física y Química, en general, y en el concepto de ácido-base, en particular. Como indican Lizaso, Acha, Reizabal y García-González (2017), el razonamiento hipotético-deductivo debe ser entrenado y, además, durante esta etapa de desarrollo en la adolescencia se suelen producir algunos desequilibrios temporales entre la parte cognitiva y la emocional, lo cual debe ser considerado al tratar con adolescentes.

Por otra parte, también se deben tener en cuenta otros canales no reglados a través de los cuales los adolescentes reciben información e influyen, de manera más o menos explícita, en la construcción de ideas previas en torno a un concepto. En concreto, el empleo del concepto de acidez-basicidad y pH en el ámbito publicitario ha sido analizado por Jiménez, De Manuel, González y Salinas (2000) mostrando un mal uso e incluso degradación de conceptos al denominar como *pH natural* al pH 5,5 de un champú o al inducir a pensar que una sustancia neutra es inocua o que lo ácido es dañino. Todas estas ideas reflejadas en los anuncios publicitarios son compartidas en gran medida por los alumnos en niveles educativos entre Secundaria y universidad y promueven la generación de ideas alternativas.

Objetivos de aprendizaje

Durante el desarrollo de este proyecto se persiguen objetivos generales como la involucración en un proyecto grupal, donde la cooperación entre los miembros del equipo es fundamental para construir el aprendizaje. Con ello, se pretende fomentar el aprendizaje entre iguales, confiriendo a la interacción social un papel fundamental en la construcción del conocimiento (Sánchez Chacón, 2015).

De entre las dificultades de aprendizaje expuestas anteriormente, este proyecto se centra en algunas de ellas y se concretan cuatro objetivos principales:

1. Analizar de manera crítica el empleo del concepto acidez-basicidad en el entorno publicitario
2. Entender el significado de los términos químicos que se emplean en este campo de conocimiento
3. Reflexionar sobre la importancia de la acidez-basicidad en ámbitos muy diversos
4. Reflexionar sobre la neutralidad o no de las sustancias estudiadas y su implicación.

Secuenciación de actividades

El diseño de las actividades sigue una estructura de secuencia general dividida en una actividad inicial, una central o de desarrollo y una final (Caamaño, 2013). Éstas se distribuyen a lo largo de seis sesiones, cuya temporalización se muestra en la Tabla 1, con distinto grado de profundización e implicación por parte de los alumnos para llegar a resolver la pregunta inicial: “¿Crees que eres neutro?”.

Tabla 1. Secuenciación temporal de las actividades propuestas a lo largo de las seis sesiones.

Actividad		Número de sesión					
		1	2	3	4	5	6
Iniciación	Cuestionario, crítica publicidad y vocabulario						
Desarrollo	Experiencias prácticas/simuladores						
	Puesta en común y elaborar rúbrica						
Final	Elaboración del mural						
	Exposiciones, co-evaluación y cuestionario final						

La actividad de iniciación está diseñada para conocer las ideas previas de los alumnos sobre la acidez-basicidad y poder construir a partir de ahí el concepto en el contexto correspondiente. Además, se propone realizar un análisis crítico en conjunto de una serie de anuncios publicitarios previamente seleccionados por el docente en los que se incide en los beneficios de ciertos productos ácidos, básicos o neutros (ej.: gel de baño pH 5, suavizante neutro...). Por último, en ella se hace mención al significado del vocabulario polisémico existente en este campo de conocimiento (calibrar, neutro, indicador, equilibrio...). Se trata de un planteamiento constructivista fundado en las teorías de Piaget, Ausubel y Vygotsky, entre otros, donde se potencia la construcción autónoma del conocimiento a partir de la experiencia previa (Coloma Manrique & Tafur Puente, 1999).

La actividad central del proyecto está planteada en dos sesiones empleando la metodología de rompecabezas, Jigsaw o grupos de expertos para su desarrollo (Aronson & And Others, 1978), (figura 3). Con esta distribución en grupos más pequeños, se pretende fomentar la interacción entre los miembros, las habilidades comunicativas, la cooperación y el aprendizaje entre iguales cuando cada uno de los “expertos” vuelve a su grupo inicial y se ponen en común las experiencias realizadas.

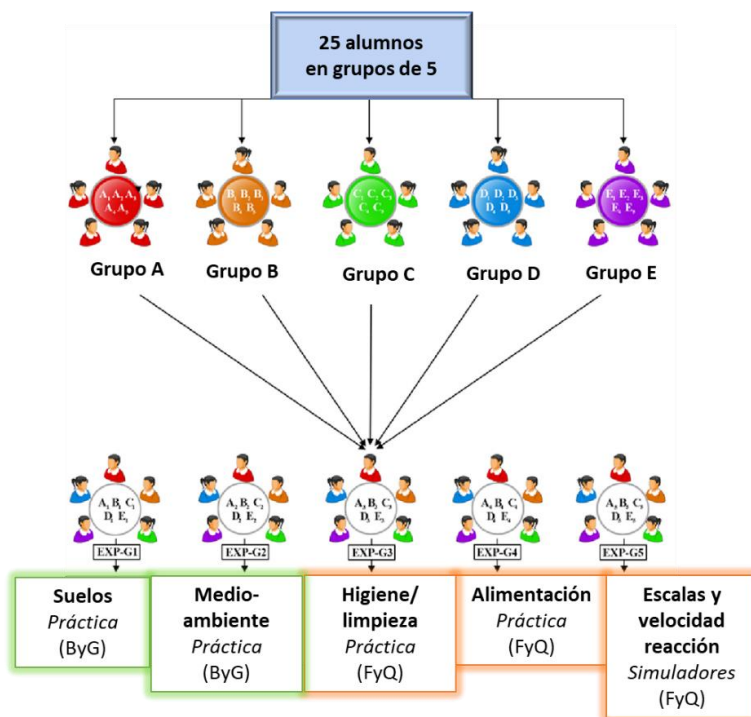


Figura 3. Metodología Jigsaw para el desarrollo de las 5 experiencias prácticas/simuladores contenidos en la actividad central.

El grueso del proyecto recae en el aprendizaje por descubrimiento mediante experiencias prácticas de laboratorio donde el docente es guía del aprendizaje (López Rua & Tamayo Alzate, 2012). De las experiencias prácticas propuestas sobre la acidez-basicidad, la mitad son del ámbito de la ByG (suelos y medioambiente) y la otra mitad de FyQ (higiene y alimentación), reflejando la interdisciplinariedad del proyecto citada anteriormente. Como ejemplo, se ha elaborado el guion para la experiencia práctica con muestras de alimentos (anexo I). Adicionalmente, un grupo trabaja con simuladores interactivos donde se pueden visualizar y manipular escalas de medición de acidez-basicidad y modificar distintos parámetros que afectan a la velocidad de reacción. Cada miembro del grupo trabajará autónoma e individualmente con un ordenador siguiendo una serie de actividades pautadas, siendo el rol del profesor el de consultor experto (Daza Pérez et al., 2009). Los simuladores propuestos se encuentran disponibles sin coste económico en la página web de la Universidad de Colorado (<https://phet.colorado.edu/es/simulations>).

Cada experiencia contiene unas cuestiones para reflexionar sobre el valor de pH medido, qué parámetros influyen, la importancia de que la sustancia sea neutra o no, las implicaciones de que eso sea beneficioso o perjudicial... De esta manera se alinea el contenido de las actividades con los objetivos fijados.

Como actividad final los alumnos elaboran y exponen un mural recogiendo todas las experiencias e incidiendo en cada caso en si las sustancias analizadas son neutras o no, y la necesidad de que lo sean o no. Dicho mural puede contener fotografías tomadas durante la actividad anterior o incluso material audiovisual. Para la elaboración de dicho mural se facilitarán a los alumnos las herramientas TIC disponibles en la web de Aula Planeta (<https://www.aulaplaneta.com/2015/11/04/recursos-tic/cinco-herramientas-para-crear-murales-digitales/>).

Diseño de la evaluación

La evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje de este proyecto se propone en dos partes; por un lado, la evaluación del aprendizaje de los alumnos y por otro, la evaluación del propio proyecto.

La evaluación de los estudiantes es coherente con el enfoque constructivista del aprendizaje y tiene en cuenta la evolución de los alumnos mediante la comparativa de un cuestionario inicial y final. La participación activa durante las experiencias centrales también se tiene en consideración. Por último, se fomenta la autonomía y la motivación por el aprendizaje al hacerles partícipes a ellos mismos de su evaluación. Entre todos se elabora una rúbrica que incluya los aspectos que consideren más relevantes y que servirá para la coevaluación de sus compañeros durante la exposición de los murales elaborados. Esto contribuye a mejorar la calidad del aprendizaje y a interiorizar los logros grupales como personales, propiciando el aprendizaje colaborativo (Álvarez Valdivia, 2008).

Por otra parte, el propio proyecto es evaluado gracias a la valoración personal de los alumnos incluida en el cuestionario final, diseñado para comprobar la eficacia de su implementación y encontrar posibles aspectos de mejora.

2.3. Proyecto de innovación docente: Ley periódica de los elementos químicos

Innovación docente

Como afirma Morales (2010), investigación e innovación educativa están estrechamente relacionadas. De la reflexión crítica de la profesión docente comentada en la introducción surge la necesidad de buscar nuevas alternativas de enseñanza-aprendizaje que solventen las carencias encontradas. Esta visión no es compartida por todos los docentes, ya que hay quienes prefieren no modificar lo que ya funciona. Sin embargo, factores como el avance del conocimiento, la evolución de la sociedad o cambios más sutiles de contexto hacen que lo que funcionaba en un momento y un lugar concretos, no sea válido en otras circunstancias aparentemente similares.

El concepto de innovación no tiene por qué ir asociado a grandes cambios educativos, sino que puede consistir en pequeñas modificaciones, siempre en beneficio de la calidad educativa. En este caso, la innovación consiste en abordar la Ley periódica de los elementos introduciendo la Naturaleza de la Ciencia como estrategia (Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez, 2017). Como se muestra a continuación, la manera en que fue construida la Tabla periódica no coincide con lo que se enseña en el ámbito académico, produciéndose frecuentes errores de concepto o dificultades en la integración de conocimientos. Por supuesto, en caso de que la propuesta innovadora se llegase a implementar, debería ir acompañada del correspondiente ejercicio de reflexión para valorar si las modificaciones introducidas habían resultado en beneficios educativos.

Elección de la temática

La idea del presente proyecto de innovación docente surge de la preocupación sobre la descontextualización que habitualmente se produce en la enseñanza de las ciencias. Esta descontextualización está provocada por la falta de enseñanza sobre la naturaleza de la

ciencia, es decir, los procesos que subyacen la generación de conocimiento científico (McComas, 2017).

El tema central de este estudio es la Ley periódica de los elementos en la asignatura de Física y Química de 3º de ESO. Se trata de un modelo de gran importancia dentro de la disciplina de la química que, curiosamente, surgió por una necesidad didáctica (Camacho et al., 2007). Además, la organización de los elementos y su representación en la Tabla periódica supuso un punto de inflexión en la enseñanza de la química (Dias, 2020).

Son muchos los modelos icónicos que todavía hoy siguen desarrollándose para representar gráficamente la Ley periódica (modelos tridimensionales, piramidales, espirales...), y aunque es continua la controversia que sigue suscitando en el ámbito científico, todavía prevalece en el ámbito didáctico la Tabla periódica propuesta por Mendeléiev.

El análisis de los currículos de ESO y de Bachillerato llevado a cabo por Moreno y Calvo (2017), revela incoherencias en cuanto a la importancia concedida a conocer la construcción del conocimiento científico y el escaso tratamiento de la evolución histórica de la química. Como medida, se propone establecer colaboraciones entre docentes e investigadores en didáctica e historia de la ciencia para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias.

Adicionalmente a la búsqueda bibliográfica correspondiente, para analizar el tratamiento del componente histórico en la enseñanza de la Ley periódica se ha realizado un estudio cualitativo comparativo del tema en cuestión en tres libros de texto. Para ello, se han seleccionado libros de 3º de ESO de la materia de FyQ de distintas editoriales publicados entre 2002 y 2015, correspondientes a distintas legislaciones educativas en España. Se han establecido una serie de criterios para analizar y se ha diseñado un instrumento para evaluar el grado de cumplimiento de cada criterio en los libros. Dichos criterios incluyen aspectos del ámbito histórico-didáctico (antecedentes a la elaboración de la Ley periódica, contexto, carácter cooperativo y dinámico...), distinción entre modelo, teoría y ley, contenido propiamente científico del tema central o asociaciones con otros contenidos de la materia.

Aunque la muestra escogida para el análisis es reducida, se puede concluir que el componente histórico es muy escaso en los libros y se presenta el tema de la Ley periódica de manera descontextualizada. Además, no se muestra el carácter cooperativo y dinámico que caracteriza a toda investigación científica y se produce una escasa asociación con otros conceptos dentro del campo. Por último, no se indica la diferencia entre conceptos básicos como son modelo, teoría, ley..., lo cual podría llevar a confusiones o incluso generar ideas alternativas en los alumnos.

Todo ello apunta a que, para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje satisfactorio, no es suficiente con el material disponible en un libro de texto. Éste puede servir de apoyo, pero es necesario adaptar y/o completar la información con material complementario.

Identificación de posibles dificultades de aprendizaje

En la mayoría de los casos, la enseñanza de la Ley periódica de los elementos en Secundaria se reduce a la enseñanza de la Tabla periódica. Un estudio realizado por Franco-Mariscal y Oliva-Martínez (2013) muestra diferentes propuestas de los docentes sobre la secuenciación más adecuada de contenidos acerca de la Tabla periódica. El aprendizaje de la Tabla periódica requiere un pensamiento formal para afrontar nociones abstractas y de difícil comprensión,

como son valencia, afinidad electrónica, potencial de ionización... Es por eso que, aunque las propuestas de los docentes son dispares, de manera general coinciden en que el nivel más adecuado para abordar la Tabla periódica de manera intensiva sería 4º de ESO, atendiendo a las capacidades cognitivas de los alumnos a esa edad. Sin embargo, en el currículo oficial de la comunidad autónoma de Aragón aparece el Sistema periódico de los elementos en 3º de ESO, y es en ese curso donde se centra este proyecto.

Por otra parte, en el ámbito de la química el proceso de transmisión de conocimientos conlleva una gran complejidad, resultando indispensable en la mayoría de las ocasiones la transformación del saber académico hasta convertirlo en objeto de enseñanza; lo cual se conoce como transposición didáctica (Castiblanco, 2014). Esto no significa que se deba simplificar el conocimiento, sino que el docente debe adecuarlo a la capacidad cognitiva de los alumnos, teniendo en cuenta el contexto escolar y social.

Sin embargo, en el trabajo de Gómez (2005) se recogen las críticas de algunos autores a la deformación de los saberes sabios que se produce en la transposición didáctica, ya que consideran que se recontextualiza y se cambia el sentido y el valor del saber. Además, hay quien defiende que la teoría de la transposición didáctica tiene una validez limitada al campo de las matemáticas, en el cual nació, y a otras disciplinas afines desde el punto de vista de las relaciones con el saber, pero que no es trasladable a otras materias con finalidades completamente diferentes.

Además, como se ha comentado en la propuesta anterior, el lenguaje empleado en la materia de química puede suponer un obstáculo adicional (Quílez-Pardo & Quílez-Díaz, 2016) y es recomendable conocer cómo aprenden los estudiantes para favorecer la comprensión entre “experto y novato” (Galagovsky et al., 2014).

Objetivos de aprendizaje

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, los objetivos que persigue esta propuesta didáctica son:

1. Incidir en la importancia del componente histórico-didáctico de la Ley periódica, del que se han observado grandes carencias en los libros de texto analizados.
2. Visualizar las figuras femeninas en el descubrimiento de elementos químicos.
3. Hacer deducir a los propios alumnos la necesidad de ordenar los elementos y las múltiples maneras de hacerlo.
4. Construir la Tabla periódica actual de manera colaborativa.
5. Reflexionar sobre las propiedades periódicas de los elementos y su localización en la Tabla periódica.

En los objetivos citados subyacen las ideas de McComas (2017) acerca de transmitir a los alumnos un contenido científico dinámico, contextualizado y con limitaciones; es decir, hacerles partícipes de la naturaleza de la ciencia.

Secuenciación de actividades

Gamificación y Ley periódica

Son múltiples las actividades educativas interactivas que se han ideado en torno a la Ley y la Tabla periódica de los elementos. Algunas de ellas incluyen el aprendizaje visual ofrecido por vídeos (Moore, 2009) o la representación de la Tabla periódica por los propios alumnos en la actividad “The People Periodic Table” (Hoffman & Hennessy, 2018). La celebración del 150

aniversario de la Tabla periódica en 2019 también ha favorecido la creación de gran cantidad y diversidad de material en este campo.

Para este proyecto se ha escogido la gamificación como metodología principal para abordar el tema de la Ley periódica de los elementos desde la estrategia de introducir la Naturaleza de la ciencia. Entre las ventajas del aprendizaje basado en la gamificación cabría destacar su carácter más atractivo respecto a la clase convencional, la elevada interacción que requiere y la posibilidad de desarrollar múltiples habilidades como la comunicación, la toma de decisiones o la creatividad (Stojanovska, 2020). Con el juego se persigue un aprendizaje cooperativo que está guiado en gran medida por el docente. Con este tipo de metodologías activas se ha comprobado que se consigue desarrollar una actitud positiva frente a la química al mismo tiempo que los alumnos avanzan en su aprendizaje (Franco-Mariscal et al., 2015).

Para la actividad principal de gamificación se van a emplear unos cubos de poliespán diseñados por el docente para trabajar con los elementos químicos y una ruleta con distintas indicaciones para agrupar los elementos atendiendo a diferentes criterios. Como ejemplo representativo se muestra en la figura 4 el cubo correspondiente al radón. La información contenida en los cubos es muy completa e icónica: nombre y símbolo químico, una imagen que muestre un ejemplo en donde se encuentra presente o una aplicación real, persona y año del descubrimiento (mostrando una fotografía para visualizar el género de la persona descubridora), número atómico (Z), carácter metálico, estado de agregación en la naturaleza, estados de oxidación más habituales o una corona en aquellos que sean gases nobles y carácter radiactivo.

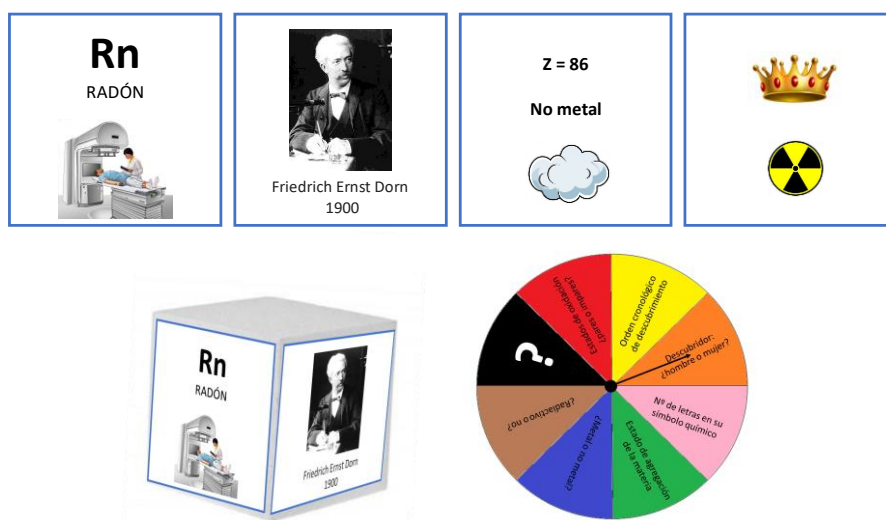


Figura 4. Arriba: Información contenida en las caras laterales del cubo correspondiente al elemento químico radón. Abajo: visualización en tres dimensiones del cubo construido y ruleta con las indicaciones para la actividad de gamificación.

Las normas establecen que cada vez que se tira la ruleta los alumnos en conjunto disponen de 5 minutos para clasificar los cubos de los elementos según las indicaciones obtenidas en la tirada. Los criterios de agrupamiento contenidos en la ruleta son: orden cronológico de descubrimiento, descubiertos por un hombre o por una mujer, contienen una o dos letras en su símbolo químico, según el estado de agregación de la materia, metales y no metales, radiactivos o no y estados de oxidación pares o impares. Con estas clasificaciones se hace alusión a todos los aspectos contenidos en las caras del cubo, exceptuando el número atómico

que se reserva para trabajar en otra actividad posterior. La casilla negra con el interrogante está pensada para integrar la participación del docente como guía durante la actividad de gamificación, pudiendo éste modificar levemente las reglas del juego cuando se caiga en ella, como el tiempo o los participantes que intervienen en la siguiente ronda.

Las actividades de las que consta este proyecto docente, cuya secuenciación se detalla en la tabla 2, se dividen a lo largo de cinco sesiones. El nivel de contenidos y de exigencia se ve incrementado gradualmente a lo largo de las actividades, siguiendo el modelo propuesto por Couso (2013).

Tabla 2. Secuenciación de las sesiones del proyecto.

	Nº de sesión				
	1	2	3	4	5
Presentación de los cubos de los elementos					
Cuestionario inicial					
Juego: distintos tipos de agrupamientos de los elementos					
Construcción colaborativa de la Tabla periódica actual					
Relacionar propiedades con localización en la Tabla periódica construida					
Cuestionario final					

En primer lugar, se muestran a los alumnos los cubos de los elementos y se explica detalladamente el contenido de cada una de las cuatro caras. Teniendo en cuenta que en 3º de ESO es la primera vez que se presenta el Sistema periódico de los elementos y con el objetivo de conocer sus conocimientos previos, se realiza un cuestionario inicial (ver anexo II, hasta pregunta 6) al finalizar la primera sesión.

En la siguiente sesión se explican las sencillas normas citadas anteriormente y se procede a jugar. Cada vez que los alumnos realicen un agrupamiento de los cubos según los diferentes criterios, el docente hará una fotografía que servirá como material para la siguiente sesión, donde se realiza un breve repaso de todas las clasificaciones elaboradas durante el juego. Posteriormente, el docente propone otro tipo de ordenamiento: según orden creciente de número atómico, y entre todos colocan los cubos atendiendo a este nuevo criterio. Para ello, se dispone de unas varillas verticales ancladas a un pie, en las que se pueden insertar los cubos de poliespán para construir en tres dimensiones la Tabla periódica actual (figura 5). Este producto construido se conservará en la clase hasta finalizar el curso y servirá, además de en las siguientes sesiones, como material de apoyo en contenidos posteriores como la formación de moléculas o la formulación inorgánica.

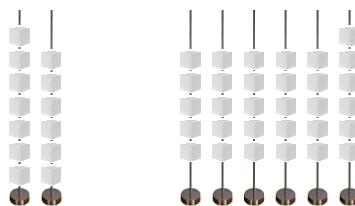


Figura 5. Resultado de la construcción de los principales grupos de la Tabla periódica en tres dimensiones con cubos de poliestireno insertados en varillas metálicas.

En la cuarta sesión, una vez que están ordenados los elementos en grupos y períodos tal y como en la Tabla periódica actual, se divide a los alumnos en 8 equipos, uno por cada uno de los principales grupos de la Tabla periódica. Esta sesión se desarrolla en el aula de informática y cada equipo deberá buscar información y preparar una breve exposición oral sobre las propiedades asociadas a los elementos de su grupo (radio atómico, electrones de valencia, carácter metálico o no metálico, tendencia a formar iones, estabilidad en el caso de los gases nobles, características destacadas, aplicaciones...) todo ello relacionándolo con la localización en la Tabla.

En la última sesión se exponen los trabajos realizados y se contesta a un cuestionario con las mismas seis preguntas del inicial e incluyendo cuatro preguntas adicionales de ampliación y de valoración personal del proyecto (ver anexo II, completo). Estas preguntas adicionales inciden en la temporalización relativa de algunos acontecimientos concernientes a la elaboración de la Tabla periódica y, por otra parte, en la utilidad que ven los alumnos de las clasificaciones elaboradas de los elementos. Por último, las cuestiones de valoración personal indagan sobre la percepción de los alumnos acerca de su aprendizaje.

Diseño de la evaluación

Como en el proyecto anterior, se distinguen dos fases de evaluación; la que va dirigida al proceso de aprendizaje de los alumnos y la que considera el proceso de enseñanza desarrollado por el docente.

Al comienzo del proyecto se informará con claridad a los alumnos de los puntos clave de la evaluación que son: la participación activa en las actividades, la asimilación de contenidos, la correcta justificación de sus repuestas y la exposición oral por equipos, para la cual se especificarán los puntos a tratar.

Para la calificación final de cada alumno (ver tabla 3) se tienen en cuenta tres instrumentos: el cuestionario final (55%), la exposición oral por equipos (35%) y la observación del docente (10%). De las diez preguntas que componen el cuestionario final, sólo ocho son calificables ya que las dos últimas son de valoración personal. Las preguntas de respuesta abierta puntúan un máximo de 2 puntos, valorando positivamente la correcta justificación de las repuestas, y las de opción múltiple cuentan 1 punto; sumando un total de 10 puntos. Con este instrumento de evaluación se incide principalmente en los aspectos histórico-didácticos de la Ley periódica y las múltiples posibilidades de ordenar los elementos químicos; es decir, se abordan los objetivos 1, 2 y 3 del proyecto (incidir en la importancia del componente histórico-didáctico de la Ley periódica, visualizar las figuras femeninas en el descubrimiento de elementos químicos y hacer deducir a los propios alumnos la necesidad de ordenar los elementos y las múltiples maneras de hacerlo). Como ejemplo, la pregunta 7 del cuestionario contiene una línea

temporal en la que los alumnos deben colocar algunos hitos relacionados con la Ley periódica y la 8 induce a reflexionar sobre cuál de las agrupaciones que han elaborado durante el juego es más útil.

El 35% de la calificación global corresponde a la exposición oral por equipos, que se evalúa mediante una rúbrica mostrada a continuación. La puntuación numérica alcanzada en la rúbrica (hasta 100 puntos) será la misma para todos los integrantes del equipo. Con este instrumento se evalúa el grado de consecución del objetivo número 5; reflexionar sobre las propiedades periódicas de los elementos y su localización en la Tabla periódica. La rúbrica con la que el docente evalúa las exposiciones orales es la siguiente:

	Excelente (10)	Bien (7)	Mejorable (4)	Insuficiente (0)	%
Participación	Participan equitativamente todos los miembros del equipo	Un miembro participa más que otros	Sólo participa un miembro del equipo	No exponen	15
Orden y claridad	Exponen su trabajo de manera clara y ordenada	El orden o la claridad son mejorables	Hay ciertas dificultades para seguir la exposición	La exposición no es clara ni ordenada	15
Materiales presentados	Muestran materiales adecuados relacionados con el tema	Muestran algún material de apoyo	Muestran materiales que no se corresponden con el tema	No presentan ningún material	15
Profundidad de contenido	Conocen perfectamente las propiedades de los elementos de su grupo asignado	Conocen algunas de las propiedades de los elementos de su grupo	Citan algunas propiedades sin profundizar	No conocen las propiedades	50
Tiempo	Se ajustan perfectamente al tiempo establecido	Se desvían ligeramente del tiempo	Se desvían considerablemente del tiempo	No tienen en cuenta el tiempo	5

De los criterios incluidos en la rúbrica (primera columna), aquellos con mayor peso en la calificación abarcan aspectos del contenido presentado, como la adecuación del material y la profundidad del contenido. También se tienen en cuenta criterios que hacen referencia a aspectos organizativos de la producción oral, como son el tiempo y la participación equitativa en la exposición. El orden y la claridad en la exposición podrían ser elementos tanto organizativos como de contenido.

La observación del docente contribuye al 10% restante de la calificación total y tiene en cuenta la actitud y participación del alumno durante las actividades, abarcando el objetivo 4 del proyecto (construir la Tabla periódica actual de manera colaborativa). La evaluación del aprendizaje de los alumnos queda así perfectamente alineada con los objetivos del proyecto.

Tabla 3. Aspectos relativos a la evaluación del proceso de aprendizaje de los alumnos.

Procedimiento	Instrumento	Objetivos del proyecto evaluados	Porcentaje sobre la calificación final
Prueba específica	Cuestionario	1, 2, 3	55
Análisis de producciones	Exposición oral (rúbrica)	5	35
Observación	Observación del docente	4	10

El progreso en el aprendizaje de los alumnos y por tanto la efectividad del proyecto se evalúa mediante la comparación de las respuestas 1-6 en los cuestionarios inicial y final. El cuestionario inicial se plantea como herramienta diagnóstica de los conocimientos previos de los alumnos, que se suponen escasos o nulos ya que es la primera vez que se enfrentan a estos conceptos. La comparativa se realiza analizando el número de respuestas correctas en las preguntas de opción múltiple y el grado de madurez alcanzado en las repuestas abiertas.

Por último, las dos preguntas finales del cuestionario (9 y 10) de valoración personal de los alumnos también sirven para evaluar el proceso de enseñanza. Con ellas se pretende evaluar tanto el contenido académico de las actividades como la metodología empleada, con el fin de encontrar posibles opciones de mejora.

3. Reflexión crítica

Una vez presentadas ambas propuestas didácticas y justificados los aspectos más relevantes, voy a proceder a realizar algunas reflexiones de lo que suponen para mi formación docente, empezando por lo más concreto de cada propuesta para posteriormente elaborar reflexiones en un plano más general. A continuación, se analizarán algunas particularidades de los nuevos escenarios educativos emergentes y cómo esto hace que las propuestas docentes tengan que ser adaptadas. Por último, se analizarán algunos aspectos de la experiencia personal en el camino de iniciación a la profesión docente.

3.1. Reflexiones sobre el proyecto didáctico

Una dificultad que me ha surgido en la elaboración de la propuesta didáctica es el diseño de actividades sencillas y concretas que se alineen perfectamente con los objetivos de aprendizaje propuestos. Un buen diseño conlleva un ejercicio minucioso de reflexión sobre lo que se quiere transmitir y despedazar las actividades propuestas para comprobar si realmente contienen los elementos necesarios para ello. Es frecuente y tentador introducir en las propuestas elementos ornamentales adicionales que pueden resultar más llamativos pero que en realidad actúan como “ruido de fondo” y desvían la atención del que debería ser el foco central de aprendizaje. En las actividades diseñadas en torno a la acidez y basicidad, se han primado los elementos esenciales para poder realizar una crítica del tratamiento que ofrece el ámbito publicitario de este concepto, entender el lenguaje empleado y reflexionar sobre las repercusiones de que distintas sustancias sean ácidas, básicas o neutras.

Como crítica, quizá se ha priorizado en exceso la actividad central y los aspectos metodológicos para el desarrollo de las experiencias prácticas o el uso de simuladores, dejando en ocasiones relegados a un segundo plano los objetivos de la propuesta y la respuesta a la cuestión central “¿Crees que eres neutro?”. Para lograr una propuesta coherente debería suceder al contrario, siendo las actividades las que estuvieran supeditadas al interés de los objetivos de aprendizaje propuestos.

A pesar de las numerosas ventajas ofrecidas por la metodología Jigsaw empleada en la actividad de desarrollo, un posible inconveniente consiste en la dificultad de distribuir equitativamente las experiencias que va a realizar cada alumno. Para solventarlo, se propone que sean los propios alumnos los que escojan la experiencia que van a realizar, dotándoles de esta manera de autonomía en su proceso de aprendizaje. Además, es cierto que cada alumno no realiza el conjunto de las experiencias, pero esto, lejos de ser visto como un inconveniente, pretende ser un motor que impulse el aprendizaje entre iguales y un elevado grado de cooperación cuando cada uno de los expertos vuelve a su grupo inicial y se ponen en común las experiencias realizadas.

Una posible dificultad de la propuesta detectada tras su análisis es la complejidad que implica la coordinación entre los docentes de las distintas áreas, si bien es cierto que dicha colaboración deriva en un enriquecimiento multidisciplinar tanto para alumnado como para profesorado. En cuanto a temporalización, el hecho de colaborar los departamentos de FyQ y ByG permite disponer de más horas lectivas. Adicionalmente, la secuenciación de las actividades en varias sesiones facilita la asimilación progresiva de los conceptos.

Tan importante como un buen diseño de las actividades es su adecuada evaluación. En esta propuesta, la elaboración conjunta de la rúbrica con la que posteriormente los alumnos realizarán la co-evaluación de las exposiciones, es un elemento muy favorable para hacerles partícipes de su propio aprendizaje e integrar la evaluación como un elemento informativo necesario en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por último, la estructura del presente proyecto permitiría fácilmente su adaptación para cursos de niveles superiores. Por ejemplo, se podría aumentar el grado de profundidad de las experiencias prácticas mediante la realización de volumetrías ácido-base para determinar la concentración de determinadas sustancias, el empleo de indicadores que viren de color en medio ácido o básico...

3.2. Reflexiones sobre el proyecto de innovación docente

Como se ha comentado, la innovación y la investigación en didáctica deben ir de la mano para aunar esfuerzos en la detección y la implementación de mejoras educativas. A lo largo del máster he podido descubrir cómo funciona la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje, algo aparentemente muy diferente a la investigación que conocía en el ámbito de las ciencias experimentales. Son notables las diferencias en cuanto a la metodología de la investigación o a los objetivos más inmediatos, principalmente, aunque el fin último de búsqueda de mejora en su campo correspondiente es compartido por ambas. En mayor o menor medida, cada docente debería enfrentarse al reto de realizar trabajo de investigación con sus alumnos, entendiendo ésta como una vía para introducir cambios beneficiosos en el aprendizaje y acompañada siempre de un proceso de reflexión acerca de su adecuación. Sin embargo, la investigación y la innovación en el ámbito de la educación cuentan con opiniones muy dispares por parte de los propios docentes, e incluso aquellos que son proclives a su desarrollo, no siempre cuentan con el apoyo necesario por parte de las autoridades.

El aspecto novedoso introducido en este proyecto pone en valor la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia en la educación Secundaria. Se trata de mostrar a los alumnos cómo se hace ciencia y quiénes son las personas que intervienen, rompiendo así falsos mitos como que es algo totalmente ajeno a nosotros y desvinculando a los científicos del papel de “cerebritos raros”. La existencia de un bloque de contenido en el currículo oficial de FyQ denominado “El método científico” induce a interpretaciones erróneas y simplificadas sobre las características de la investigación científica (Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez, 2017). Para lograr su correcta interiorización, la Naturaleza de la Ciencia debería ser incorporada transversalmente en cada concepto o actividad que se desarrolle en todas las asignaturas pertenecientes al campo de conocimiento, no únicamente en un momento o con un contenido concreto. De esta manera, se haría más asequible la asimilación de leyes y teorías en su correspondiente contexto, atendiendo a las circunstancias en las que han sido desarrolladas además de al contenido disciplinar propiamente científico.

El análisis realizado de los libros de texto correspondientes a diferentes legislaciones educativas revela que el componente histórico en la enseñanza de la Ley periódica de los elementos sigue sin estar presente en los libros incluso tras sufrir varios cambios legislativos en educación. En la propuesta de innovación planteada se relativiza un contenido que habitualmente se imparte como verdad absoluta e inamovible, la Tabla periódica, en el sentido de que se muestran diferentes ordenamientos posibles de los elementos antes de llegar a la

construcción aceptada actualmente. Como se ha comentado, son muchas las representaciones existentes de la Ley periódica de los elementos y es importante recalcar las limitaciones y la controversia que aun hoy en día suscita la Tabla periódica actual.

En cuanto a la metodología propuesta de gamificación, se trata de un elemento educativo altamente motivador para el alumnado y con potencial de producir mejoras en el aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, su implementación en educación conlleva muchos riesgos y para lograr su efectividad, la diversión inherente al juego debe ir acompañada de factores como un buen diseño de la actividad acorde a objetivos de aprendizaje específicos o la habilidad del docente para saber guiar el aprendizaje a través de la experiencia gamificada (Fuentes Hurtado & González Martínez, 2017). Esto lleva a reflexionar sobre la importancia de la formación continuada del profesorado para adaptarse a las necesidades educativas del alumnado que van evolucionando con el tiempo.

Por último, destacaría los aspectos positivos de la evaluación diseñada para la propuesta innovadora. Al incluir distintos procedimientos e instrumentos de evaluación, integra los múltiples elementos incluidos en la propuesta didáctica, desde la participación en la experiencia gamificada, la búsqueda y exposición de contenido científico y la evolución en el aprendizaje de los alumnos desde el inicio del proyecto hasta el final. Además, se ha diseñado de manera que está perfectamente alineada con los objetivos de aprendizaje, lo cual aporta coherencia al proceso educativo. Por último, es fundamental informar a los alumnos previamente de en qué va a consistir la evaluación para que conozcan las metas de aprendizaje y sean conscientes de sus progresos y dificultades.

3.3. Reflexiones generales

Aunque las motivaciones que han promovido la elaboración de ambas propuestas son muy diferentes, hay ciertos aspectos que poseen en común y que reflejan el modelo docente propio que he comenzado a construir con el máster en profesorado.

En la elaboración de ambos proyectos y en la actividad docente en general es fundamental considerar el contexto educativo al que va dirigido la propuesta. Situando al alumno en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y una vez conocida la existencia de distintos estilos de aprendizaje, resulta fundamental analizar las particularidades de los sujetos de aprendizaje para poder diseñar una propuesta acorde. Sin embargo, la realidad es que las propuestas didácticas suelen elaborarse con anterioridad a conocer las características de la clase y los alumnos a los que van a ir dirigidas; por ello, es muy deseable la capacidad de flexibilidad para poder ir readaptándolas conforme sea necesario. No menos importante es la actividad de reflexión posterior a la implementación de dicha propuesta didáctica, donde el docente debe ejercer la función de autocrítica para analizar aquellos aspectos que han funcionado y los que no y, lo más importante, buscar soluciones para mejorarlos.

Mis dos propuestas reflejan el modelo de docencia que considero más efectivo en la formación de personas críticas y reflexivas. Se trata de un favorecer un aprendizaje constructivista centrado en el alumno, donde el docente actúa como facilitador del aprendizaje, lejos del clásico papel de fuente de conocimiento transmisora de información previamente seleccionada.

En este tipo de aproximación educativa, la elevada participación del alumnado es esencial para promover el aprendizaje experiencial, visto como una forma natural de integrar experiencias, percepciones, comportamientos o conocimientos de manera holística para crear el aprendizaje. En el ámbito intrapersonal, se fomenta la autonomía y la autoestima, dos cualidades personales que fortalecen el bienestar individual y predisponen al aprendizaje. También se observan beneficios a nivel colectivo, ya que facilita la integración y la cooperación, generando un clima de aula interactivo y productivo.

En todo proceso de aprendizaje el papel de la evaluación es fundamental, llegándose a establecer una relación indisoluble entre aprendizaje y evaluación según afirma Fernández (2017). Tradicionalmente, la evaluación ha sido considerada como una herramienta de control y con efecto sancionador. Sin embargo, es mucho más constructivo un enfoque como proceso de análisis que informa del grado de consecución de los objetivos y emite propuestas de mejora del proceso educativo.

Las dos propuestas didácticas analizadas presentan rasgos característicos de una evaluación formativa o evaluación para aprender, ya que integra todos los elementos que constituyen el proceso educativo y está llevada a cabo por docentes y alumnos. Como puntos a destacar, las herramientas de evaluación inicial presentes en ambas propuestas son importantes para realizar un primer diagnóstico y poder construir a partir de ahí el aprendizaje. Además, la coevaluación entre compañeros propuesta en el proyecto de acidez-basicidad es un elemento de evaluación muy eficaz en vistas a generar autonomía en el aprendizaje, ya que en ella los alumnos deben asumir responsabilidades y, en definitiva, desarrollar la competencia denominada “aprender a aprender”.

Por otra parte, ambas propuestas reflejan una preocupación por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, lo cual constituye el objeto de estudio del enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). Tradicionalmente, la ciencia y la tecnología eran entendidas como actividades neutrales, formas autónomas de cultura y estaban ligadas indiscutiblemente al desarrollo y el bienestar. Sin embargo, esta fe ciega en la ciencia y la tecnología se desvaneció a raíz de varios accidentes acontecidos en dichos campos en torno a 1950 (vertidos de petróleo, accidentes nucleares, intoxicaciones farmacéuticas...), dando lugar a una nueva percepción de la ciencia y la tecnología y sus relaciones con la sociedad (García Palacios, 2001). Los estudios CTS indagan sobre la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto en los orígenes que las motivan como en sus repercusiones a distintos niveles. Se trata por tanto de un enfoque donde el avance científico-tecnológico es un proceso social ligado a factores culturales, políticos o económicos. La enseñanza de esta relación entre ciencia, tecnología y sociedad en el ámbito educativo persigue la alfabetización social para formar ciudadanos críticos, informados y con capacidad de decisión fundada y responsable.

Volviendo a las propuestas didácticas presentadas, el análisis crítico de la información que llega a través de los anuncios publicitarios sobre la acidez, basicidad o neutralidad de los productos es una manera de visibilizar las repercusiones sociales de manipulación que puede provocar la desinformación científica. Por otro lado, con la propuesta de innovación se incide en el componente histórico de la construcción de la Tabla periódica, lo cual es fundamental para comprender los antecedentes del conocimiento científico aceptado actualmente. Por todo ello, al incorporar el enfoque CTS en las propuestas didácticas se busca fomentar el

avance del conocimiento, la motivación de los alumnos, su sentido de responsabilidad social y despertar posibles vocaciones por las disciplinas científico-tecnológicas.

3.4. Nuevos escenarios emergentes

El escenario virtual en el que se ha desarrollado el período de prácticas dentro del máster supone cambios de rol tanto para el alumno como para el docente. El obligado uso de las TIC de manera repentina en esta educación no presencial ha podido ocasionar en muchas ocasiones la pérdida de los componentes pedagógicos necesarios en el proceso de enseñanza debido a una falta de formación por parte del profesorado. En este sentido, se han podido producir situaciones en las que el exceso de esfuerzo para la adaptación al canal tecnológico correspondiente haya provocado descensos en la calidad de la enseñanza. Cabe destacar que el mero dominio de la tecnología no implica que la enseñanza a través de dicho canal sea eficaz, sino que es necesario adaptar todos los elementos (objetivos, materiales, metodología, evaluación...) para lograr que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea exitoso.

En esta situación de no presencialidad podrían parecer imposibles las relaciones personales a nivel de grupo y entre alumno-docente tan influyentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, como afirma Sánchez (2001), las clases desarrolladas mediante videoconferencia son una modalidad de educación a distancia que permite una elevada interacción social y emocional y facilita la comunicación, aunque con ciertas limitaciones, respecto a otras alternativas online. Es cierto que para que la interactividad sea efectiva, la sesión debe estar muy bien diseñada por el docente, lo cual requiere un elevado trabajo previo de planificación, y los alumnos deben tener una actitud responsable. A pesar de la escasa participación observada durante las prácticas en los cursos superiores del centro, me sorprendió la espontaneidad de un alumno de 2º de Bachillerato que le preguntó al docente si le gustaban las clases online o prefería las presenciales, mostrando interés por el punto de vista del docente sobre la presente situación y vislumbrando un atisbo de interacción emocional. En cuanto a las relaciones entre docentes, se han mantenido las reuniones intra e interdepartamentales, así como los claustros de profesores y con los miembros directivos, aunque con menor frecuencia que en la modalidad presencial. Para un futuro, propondría ampliar las relaciones a distancia involucrando a las familias y abogando por sesiones de videoconferencia con los tutores, ya que la interacción y cooperación entre la escuela y la familia es fundamental para crear una base educativa donde lo formal y lo no formal está interrelacionado y repercute en beneficios para el alumno (Domínguez Martínez, 2010).

No deben menospreciarse las consecuencias psicológicas negativas que ha podido provocar la situación de confinamiento, acompañadas de incertidumbre y miedo en muchos casos. Algunos alumnos se han podido ver colapsados ante la enorme demanda de tareas que han recibido por canales no habituales y esto, junto con la privación de libertad y la disminución de interacción social, ha provocado que su rendimiento académico se haya visto reducido o incluso anulado. Cuidar estos aspectos sociales y de motivación son fundamentales para el bienestar del alumno y su proceso educativo. En esta línea, considero fundamental la flexibilidad del docente a la hora de establecer horarios de clases, tareas o evaluaciones, primando la comprensión y el diálogo. Se debe tener en cuenta el grado de madurez de los alumnos y la elevada constancia que requiere este tipo de trabajo esencialmente autónomo al que no todos están acostumbrados. También es crucial la transmisión de información de

actualidad a los alumnos a medida que se va disponiendo de ella, para reducir la posible ansiedad o incertidumbre generadas.

El hecho de haber participado en este proceso de adaptación global a una educación a distancia, aunque no es el escenario más idóneo para una disciplina eminentemente experimental, al mismo tiempo ha fomentado la búsqueda de alternativas a los recursos generalmente empleados en la asignatura de FyQ: clases teóricas, resolución de problemas y, en algunos casos, prácticas de laboratorio. El tratamiento de las tres estrategias educativas por separado ha sido ampliamente cuestionado por romper con la esencia real de la actividad científica y transmitir una visión deformada de la ciencia (G. Pérez & Más, 1999). Las experiencias prácticas en el laboratorio de FyQ constituyen una herramienta constructivista del aprendizaje de gran ayuda, pero es cierto que existen otros recursos muy interesantes frecuentemente olvidados, como son el material audiovisual o los simuladores, y esta situación ha sido decisiva para impulsarme a hacer uso de ellos como docente. La interacción que permite el entorno abierto de aprendizaje proporcionado por los simuladores en disciplinas científicas es la clave para promover el aprendizaje autónomo tan deseado. En este caso, se podría hablar de un modelo de aprendizaje por descubrimiento guiado, con mayor margen de prueba y error que las prácticas de laboratorio y con menor coste económico (Daza Pérez et al., 2009). Por otra parte, el uso de simulaciones no debe ser un objetivo en sí mismo, sino que deben ser entendidos como una herramienta didáctica. Por tanto, el diseño de sesiones donde se emplee una simulación debe ser cuidadoso y se deben abordar objetivos de aprendizaje concretos para guiar al alumno hacia la construcción de conclusiones válidas.

3.5. Experiencia personal

El haber compatibilizado estudios de doctorado y máster durante dos años ha hecho que el período de duración del máster se alargue en el tiempo y me ha permitido coincidir con dos promociones del máster distintas. He observado unas dinámicas de trabajo bastante diferentes entre los compañeros de ambos años, generándose en el segundo más iniciativas productivas a nivel de grupo como, por ejemplo, compartir y crear materiales académicos comunes. Este aprendizaje tan colaborativo choca con mi metodología más individualizada de trabajo, pero he podido experimentar los beneficios de cooperar en un grupo productivo a nivel académico. En ocasiones, la separación temporal del primer cuatrimestre y el segundo en dos cursos académicos diferentes, en los que además se ha producido un cambio en el plan de estudios del máster, ha podido suponer una desconexión de la intencionalidad formativa del máster. Sin embargo, son mayoritarios los aspectos positivos como el poder interiorizar de manera más progresiva los conocimientos o disponer de mayor tiempo de reflexión al finalizar cada etapa.

La reflexión comparativa entre la investigación científica experimental que estoy realizando en el doctorado en química orgánica y sobre los contenidos académicos que se imparten en Secundaria y Bachillerato me ha llevado a cuestionarme si la investigación y la educación están coordinadas en cuanto a la transmisión adecuada del conocimiento científico a los estudiantes. De ahí surge la preocupación sobre la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia que ha motivado mi propuesta de innovación docente. La descontextualización y simplificación excesiva del conocimiento para adaptarlo al nivel correspondiente son dos grandes preocupaciones personales, ya que ambas conllevan pérdida de información y en ocasiones, introducción de errores de concepto. Aquí entra en juego también el enfoque CTS, siendo

imprescindible una formación científica holística para formar ciudadanos críticos y responsables.

Por otra parte, he descubierto otro tipo de investigación posible fuera de la que se realiza en el campo de las ciencias experimentales. Hasta ahora desconocía el funcionamiento de la investigación en didáctica y me parece una práctica esencial para avanzar hacia modelos educativos más evolucionados y que respondan a las demandas sociales del momento. A raíz de la situación que hemos vivido donde la educación presencial ha tenido que ser suspendida, seguro que surgen múltiples investigaciones y propuestas para adaptar la educación en conjunto, no sólo las metodologías, a las circunstancias imperantes.

4. Conclusiones y propuestas de futuro

En la presente memoria se recogen dos propuestas didácticas elaboradas en el marco del máster en profesorado, cuya reflexión sirve para culminar el proceso de formación docente dentro del máster con la elaboración del Trabajo Fin de Máster (TFM).

Dichas propuestas integran gran parte de los contenidos pedagógicos y didácticos asimilados a lo largo máster. De la propuesta didáctica destacaría su carácter interdisciplinar y el análisis crítico que se realiza de anuncios publicitarios desde un enfoque CTS. Además, las experiencias prácticas constituidas por prácticas de laboratorio y simulaciones son recursos con gran efectividad en el aprendizaje experiencial de los alumnos. Por otra parte, el proyecto de innovación aporta la visibilidad de la Naturaleza de la Ciencia en contraposición a la enseñanza de la ciencia simplificada y descontextualizada.

En ambos casos, la evaluación ha sido diseñada como una herramienta fundamental que contribuye a mejorar el proceso de aprendizaje, incluyendo elementos como la evaluación inicial, la elaboración de rúbricas por parte de los alumnos o la co-evaluación entre compañeros.

En la introducción del presente TFM se han analizado los grandes retos que implica la profesión docente y la necesidad de que exista una vocación real hacia la profesión. En mi trayectoria académica como estudiante y en todas las experiencias donde he ejercido como facilitadora de conocimiento, ya sea para alumnos individuales, como docente de apoyo en prácticas de laboratorio del grado en Química o en actividades de divulgación científica, aunque se trata de escenarios y contextos muy diversos, he sentido la satisfacción de formar parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de otras personas. Esto ha construido sin duda una base muy significativa para plantearme mi futuro como docente y es por ello por lo que decidí matricularme en el máster en profesorado.

Un aspecto también analizado en la introducción es la necesidad de que la profesión docente incluya una importante actividad reflexiva en beneficio de la calidad educativa. La elaboración del presente TFM me ha ayudado a analizar cada uno de los aspectos que han construido mi paso por el máster, haciéndome ser consciente de factores que antes no valoraba; así que incluso el TFM ha sido parte activa en mi formación como docente. Empecé a escribirlo con una sensación de algo parecido al enfado o la frustración por considerar que finalizaba el máster y lo hacía sin que me hubieran transmitido las directrices necesarias para poder desempeñar la profesión docente. Sin embargo, el trabajo de recopilación y reflexión que he desarrollado me ha llevado a darme cuenta de que dichas claves inequívocas realmente no existen, como se nos ha comentado repetidamente, y que lo que he recibido son herramientas para poder comenzar a andar como docente.

En la aproximación a la profesión desarrollada durante las prácticas del máster fue muy gratificante trabajar con adolescentes y ser partícipe de su aprendizaje. Además, a través de un pequeño ejercicio de evaluación de la actividad docente que realizaron los alumnos, pude escuchar sus valoraciones y comprobar cómo la labor realizada había sido efectiva. Todo ello construye una experiencia personal y profesional muy positiva y me da ánimos para continuar formándome como docente.

Como digo, mi formación docente no termina aquí, sino que al contrario no ha hecho más que comenzar. Es una profesión que requiere continuas actualizaciones para poder adaptarse a las

exigencias del momento. Además, es bastante individualista en el sentido de que no hay un “superior” que controle tu seguimiento, sino que debes ser tú mismo como docente quien detecte las carencias o ámbitos de mejora en tu labor e impulse la formación necesaria para mejorar. Es evidente que la experiencia adquirida con los años aporta ciertos elementos positivos a la profesión, pero no se debe relajar el nivel de exigencia con uno mismo, sino buscar en todo momento las posibilidades de mejorar.

En un futuro no muy lejano me gustaría ser una docente que facilite y guíe a los estudiantes en la construcción y comprensión de los fenómenos, aunando los puntos fuertes de la perspectiva constructivista y el aprendizaje sociocultural de Vygostky (Guerra García, 2020). Considero que el alumno es la razón de ser del proceso educativo y, por tanto, se debe fomentar su autonomía en el aprendizaje. Por otra parte, creo firmemente en la efectividad de las experiencias prácticas para consolidar la base de un aprendizaje significativo. Además de las prácticas de laboratorio meticulosamente diseñadas, tras el paso por el máster he incorporado entre mis recursos didácticos el empleo de simuladores y audiovisuales científicos con los que facilitar la interactividad y la autonomía. También considero que es esencial cuidar aspectos psicológicos de los alumnos como la autoestima o la motivación y los factores que contribuyen al buen clima del aula para favorecer su proceso de aprendizaje.

Algunas cualidades que poseo son la curiosidad y el deseo de aprender, dos características que me pueden ayudar como docente para impulsarme a conocer nuevos campos de conocimiento. Esto, junto con una elevada motivación, puede ser una potente herramienta para emprender proyectos educativos interesantes. Tampoco estoy cerrada a la innovación educativa tras conocer los mecanismos por los cuales se rige. Es más, creo que cada docente en su aula realiza pequeñas innovaciones para adaptar la enseñanza a lo que él considera que es más adecuado. En este sentido, la ayuda de los estudios de investigación en didáctica es muy valiosa para poder analizar de manera fundamentada las posibles ventajas e inconvenientes previamente a introducir un cambio en la práctica educativa.

Por último, mi gran objetivo como docente está focalizado en la formación de personas críticas, con inquietudes y capacidad de cuestionarse las cosas. Considero que esta es la vía para favorecer una transformación social positiva a través de la educación.

5. Referencias

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., & Aragón-Méndez, M. del M. (2017). *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia*. Documentos de trabajo de Iberciencia-Nº 5.
- Alonso Tapia, J. (1992). *Motivar en la adolescencia: Teoría, evaluación e intervención*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=565531>
- Álvarez Valdivia, I. (2008). La coevaluación como alternativa para mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes universitarios: Valoración de una experiencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 22(3), 127-140.
- Araya-Crisóstomo, S., Monzón, V. H., & Infante-Malachias, M. E. (2019). Interdisciplinariedad en palabras del profesor de Biología: De la comprensión teórica a la práctica educativa. *Revista mexicana de investigación educativa*, 24(81), 403-429.
- Aronson, E., & And Others. (1978). *The Jigsaw Classroom*.
- Caamaño, A. (2013). Hacer unidades didácticas: Una tarea fundamental en la planificación de las clases de ciencias. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 5-11.
- Castiblanco, J. E. M. (2014). La transposición didáctica del saber sabio al saber enseñado. Autor: Yves Chevallard. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias (Bogotá, Colombia)*, 9(2), 97-100. <https://doi.org/10.14483/jour.gdla.2014.2.a07>
- Castillo N, M. (2010). La profesión docente. *Revista médica de Chile*, 138(7), 902-907. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872010000700017>
- Coloma Manrique, C. R., & Tafur Puente, R. M. (1999). EL CONSTRUCTIVISMO Y SUS IMPLICANCIAS EN EDUCACIÓN. *Educación*, 8(16), 217-244.
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas competenciales. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 12-24.
- Daza Pérez, E. P., Gras-Marti, A., Gras-Velázquez, À., Guerrero Guevara, N., Togasi, A., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripoll, E., & Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 20(3), 320-329. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30032-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30032-6)
- Dias, J. R. (2020). Teaching of chemistry before and after the periodic table. *Foundations of Chemistry*, 22(1), 99-106. <https://doi.org/10.1007/s10698-020-09354-8>
- Domínguez Martínez, S. (2010). La Educación, cosa de dos: La escuela y la familia. *Temas para la Educación*, 8.
- Fernández, M. S. (2017). Evaluación y aprendizaje. *MarcoELE: Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera*, 24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6145807>

- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., & Almoraima Gil, M. L. (2015). Students' Perceptions about the Use of Educational Games as a Tool for Teaching the Periodic Table of Elements at the High School Level. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 278-285. <https://doi.org/10.1021/ed4003578>
- Fuentes Hurtado, M., & González Martínez, J. (2017). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 54(8). <https://revistas.um.es/red/article/view/298881>
- Furió, C., Calatayud, L., & Bárcenas, S. (2000). DEFICIENCIAS EPISTEMOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS REACCIONES ÁCIDO-BASE Y DIFICULTADES DE APRENDIZAJE. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, 7. <https://doi.org/10.17227/ted.num7-5652>
- Galagovsky, L. R., Bekerman, D., Di Giacomo, M. A., & Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre «hablar química» y «comprender química». *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(4), 785-799. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400002>
- García Palacios, E. M. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). <http://site.ebrary.com/id/10075502>
- Guerra García, J. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano... *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(2), 1-21.
- Hoffman, A., & Hennessy, M. (2018). The People Periodic Table: A Framework for Engaging Introductory Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 95(2), 281-285. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00226>
- Jiménez Liso, M. R., De Manuel Torres, E., González García, F., & Salinas López, F. (2000). LA UTILIZACIÓN DEL CONCEPTO DE pH EN LA PUBLICIDAD Y SU RELACIÓN CON LAS IDEAS QUE MANEJAN LOS ALUMNOS: APLICACIONES EN EL AULA. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 18(3), 451-461.
- Jiménez Pérez, R., & Wamba Aguado, A. M. (2004). ¿PODEMOS CONSTRUIR UN MODELO DE PROFESOR QUE SIRVA DE REFERENCIA PARA LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES? *Profesorado, revista de currículum y formación del profesorado*, 8(1), 16.
- Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. *Prentice Hall*, 8(4). https://www.academia.edu/3432852/Experiential_learning_Experience_as_the_source_of_learning_and_development
- Korthagen, F. A. J. (2010). La práctica, la teoría y la persona en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 68(24,2), 83-101.

- Larrosa Martínez, F. (2010). Vocación docente versus profesión docente en las organizaciones educativas. *REIFOP*, 13(4).
- Lizaso, I., Acha, J., Reizabal, L. y García-González, A.J. (2017). Desarrollo biológico y cognitivo en el ciclo vital. Madrid: Pirámide.
- Llano Arana, L., Gutiérrez Escobar, M., Stable Rodríguez, A., Núñez Martínez, M., Masó Rivero, R., & Rojas Rivero, B. (2016). La interdisciplinariedad: Una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *MediSur*, 14(3), 320-327.
- López Rua, A. M., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166.
- McComas, W. F. (2017). Understanding how science works: The nature of science as the foundation for science teaching and learning. *SSR*, 98(365), 71-76.
- Moore, J. W. (2009). Seeing Is Believing: Learning from Periodic Table Live! Videos. *Journal of Chemical Education*, 86(10), 1147-1148. <https://doi.org/10.1021/ed086p1147>
- Morales, P. (2010). INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8(2), 47-73.
- Nieva Chaves, J. A., & Martínez Chacón, C. O. (2016). UNA NUEVA MIRADA SOBRE LA FORMACIÓN DOCENTE. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(4), 14-21.
- Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Páez Martínez, R. M. (2020). La investigación del profesorado: Aliada de la formación docente. *Revista Educación y Ciudad*, 38. <https://doi.org/10.36737/01230425.n38.2020.2309>
- Pérez, G., & Más, F. (1999). ¿TIENE SENTIDO SEGUIR DISTINGUIENDO ENTRE APRENDIZAJE DE CONCEPTOS, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE LÁPIZ Y PAPEL Y REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO? *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 17(2), 311-320.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar* (1.ª ed.). Graó.
- Pettersson, F. (2018). On the issues of digital competence in educational contexts – a review of literature. *Education and Information Technologies*, 23, 1005-1021. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9649-3>
- Quílez-Pardo, J., & Quílez-Díaz, A. M. (2016). Clasificación y análisis de los problemas terminológicos asociados con el aprendizaje de la química: Obstáculos a superar. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, 13(1), 20-35. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.03

- Rivero, A., Fernández, J., & Rodríguez, F. (2013). ¿Para qué sirven las setas? Diseño de una unidad didáctica en biología para aprender investigando. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 38-48.
- Rodríguez Cepeda, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: Implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14(1), 51-64. <http://dx.doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.698>
- Salinas, J. (s. f.). NUEVOS ESCENARIOS DE APRENDIZAJE. *Universitat de les Illes Balears*.
- Sánchez Arroyo, E. (2001). Videoconferencia e interacción en la educación a distancia. *Enseñanza*, 19, 239-256.
- Sánchez Chacón, G. (2015). Aprendizaje entre iguales y aprendizaje cooperativo: Principios psicopedagógicos y métodos de enseñanza. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 10(1), 103-123.
- Sanmartí, N. (2011). Evaluar para aprender, evaluar para calificar. En Cañal, P. (cdr.) *Didáctica de la Biología y la Geología* (pp. 151-174).
- Stojanovska, M. (2020). Celebrating the International Year of Periodic Table with chemistry educational games and puzzles. *Chemistry Teacher International*. <https://doi.org/10.1515/cti-2019-0012>
- Vélaz de Medrano Ureta, C. (2009). COMPETENCIAS DEL PROFESOR-MENTOR PARA EL ACOMPAÑAMIENTO AL PROFESORADO PRINCIPIANTE. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 13(1), 209-229.

6. Anexos

Anexo I: Acidez-basicidad y alimentación

Experiencia práctica de la propuesta didáctica. Guion del alumno

Antes de comenzar... ¿Estarías dispuesto a beber algo ácido?

Los alimentos deben ser sometidos a una serie de pruebas de calidad higiénico-sanitarias y de composición físico-química para garantizar su estabilidad y la seguridad alimentaria. Entre otros, la temperatura de almacenamiento, la composición en agua y el pH son los principales factores que afectan al crecimiento de microorganismos en alimentos. El pH es la medida de acidez o basicidad del medio, que se obtiene de la medida de la concentración de iones hidrógeno o protones.

La escala de pH va desde 1 a 14; donde un valor de pH 7 es neutro, mientras que valores inferiores de pH se consideran ácidos y valores por encima de 7 son básicos. En los alimentos, la mayoría de las bacterias crecen a pH neutro y en condiciones ácidas el crecimiento bacteriano se ve frenado. Por eso, en ocasiones se añade ácido láctico a los alimentos para favorecer su conservación.

En esta práctica se va a determinar experimentalmente el carácter ácido, básico o neutro de algunos alimentos mediante el empleo de dos técnicas. También se estudiará la influencia de la temperatura en el valor de la acidez del medio. Los alimentos para estudiar son leche entera, leche desnatada, refresco de cola y zumo de naranja. Dada la naturaleza líquida de los alimentos seleccionados, estos no requieren ninguna etapa de preparación adicional.

Material y reactivos

- Tiras colorimétricas indicadoras de pH
- pH-metro con electrodo de vidrio
- Soluciones tampón de referencia (pH 7 y pH 4)
- Vasos de precipitados
- Varilla de vidrio
- Agua destilada (o de grifo en su defecto)
- Placa calefactora
- Termómetro
- Leche entera
- Leche desnatada
- Refresco de cola
- Zumo de naranja

Procedimiento

- 1) Llevar las muestras (los distintos alimentos) hasta 20°C y agitar hasta conseguir una perfecta homogeneización.
- 2) Sumergir la varilla en cada uno de los alimentos líquidos, depositar una gota sobre la tira colorimétrica y estimar el valor de pH comparando con la escala de color-pH.
- 3) Calibrar el pH-metro con las soluciones tampón de referencia, empezando siempre por la de pH 7 (con ayuda del docente). Entre mediciones lavar siempre el electrodo con agua destilada.
- 4) Sumergir el electrodo del pH-metro en la muestra correspondiente y apuntar el valor de la pantalla con una cifra decimal.
- 5) Calentar la muestra de leche desnatada hasta 40°C y medir el pH con ayuda del pH-metro.

Resultados

Anota en la siguiente tabla los valores obtenidos:

Muestras	Temperatura (°C)	Tira colorimétrica		Valor pH-metro
		Color	pH estimado	
Leche entera	20			
Leche desnatada	20			
	40			
Refresco de cola	20			
Zumo de naranja	20			

Cuestiones para reflexionar

- 1) ¿Esperabas que cada uno de los alimentos tuviera esas propiedades ácidas, básicas o neutras observadas?
- 2) Al medir la acidez de los alimentos con ayuda de las tiras colorimétricas, ¿se puede dar un valor de pH exacto? ¿Hay diferencias entre los valores de pH de un mismo alimento medidos con la tira colorimétrica y con el pH-metro?
- 3) ¿Observas diferencias entre el valor de pH de la leche entera y la desnatada?
- 4) ¿Y entre el pH de la leche desnatada medido a 20 y 40°C? Para poder comparar datos de pH, ¿crees que es necesario que las muestras se encuentren en las mismas condiciones?
- 5) ¿Alguno de los alimentos medidos tiene un valor de pH neutro? ¿Son por ello perjudiciales para la salud?

Anexo II: Cuestionario inicial y final para los alumnos

1. **(2 puntos)** ¿Qué sabrías decir sobre la Ley periódica de los elementos?

2. **(1 punto)** La Tabla periódica
 - a. La inventó Mendeléiev en el siglo XIX tal y como la conocemos hoy en día
 - b. Es el resultado del trabajo colaborativo de muchos investigadores
 - c. Desgraciadamente, al tratarse de una época tan antigua, no participó ninguna mujer en su elaboración

3. **(1 punto)** El orden de los elementos en la Tabla periódica actual
 - a. Es según su tamaño, de más pequeño a más grande
 - b. Es según el año en que fueron descubiertos
 - c. Es según el número de protones que contiene el átomo en el núcleo

4. **(1 punto)** En cuanto a los elementos en la Tabla periódica actual,
 - a. Su localización en un determinado grupo o período ayuda a comprender sus propiedades
 - b. Su manera de organización es la más lógica y la única posible
 - c. Sólo permite distinguir entre metales y no metales

5. **(1 punto)** ¿Qué son los isótopos?
 - a. Son compuestos raros que no se encuentran en la Tabla periódica
 - b. Son elementos radiactivos
 - c. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

6. **(1 punto)** Los gases nobles
 - a. Tienen muy baja reactividad química
 - b. Son muy estables porque son gases
 - c. Siempre tienen valencia igual a uno

Las siguientes cuestiones sólo aparecerán en el Cuestionario final:

7. **(1 punto)** Coloca en la línea temporal los siguientes acontecimientos (no es necesario indicar el año):



- A. Elaboración de la Tabla periódica actual
 - B. Descubrimiento del radón
 - C. Celebración del 150 aniversario de la Tabla periódica
 - D. Primeras aplicaciones del radón en medicina para tratamientos de radioterapia
8. **(2 puntos)** De las distintas maneras en las que clasificamos los elementos químicos durante el juego, ¿cuál te parece la más útil? ¿Por qué?
9. ¿Te han parecido útiles las actividades del juego con los elementos y la construcción de la Tabla periódica? ¿Qué destacarías?
10. ¿Consideras que es apropiado aprender conceptos de química con actividades de este tipo o preferirías realizar otras actividades? ¿Cuáles?